

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 834 803**

②1 N° d'enregistrement national : **02 00514**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 05 B 19/4099

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 16.01.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 18.07.03 Bulletin 03/29.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CIRTES SRC Société anonyme —  
FR.

⑦2 Inventeur(s) : BARLIER CLAUDE, CUNIN DENIS et  
DELEBECQUE BENOIT.

⑦3 Titulaire(s) :

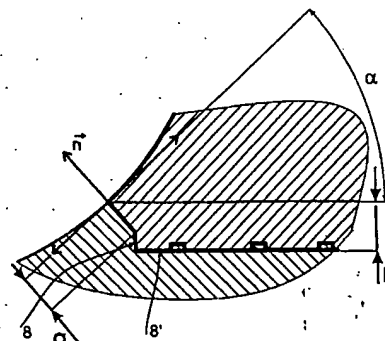
⑦4 Mandataire(s) : CABINET POUPON.

⑤4 PROCÉDE POUR L'OPTIMISATION DES JOINTS DE STRATES DANS UNE MODELISATION OU  
PROTOTYPAGE PAR DECOMPOSITION EN STRATES ET PIECES AINSI OBTENUES.

⑤7 Procédé pour l'optimisation des joints de strates dans  
leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par  
modélisation ou prototypage du type décomposition en strates  
assistée par ordinateur, caractérisé en ce que le profil de  
liaison de deux strates successives est mathématiquement  
et numériquement défini en mettant en oeuvre un algorithme  
dans lequel la surface du joint (7) au niveau de la zone  
d'extrémité à proximité de la partie venant en affleurement  
est toujours sensiblement normale



au plan tangent à la surface au point d'affleurement.  
Application: prototypage, modélisation, ou outillage.



FR 2 834 803 - A1





La présente invention a pour objet un procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par ordinateur.

L'invention a également pour objet les strates élémentaires ainsi obtenues, ainsi que les pièces résultant de leur assemblage.

Dans un procédé de type connu de prototypage rapide, objet par exemple du brevet européen EP 0 585 502 -B1, on réalise une pièce prototype en mettant en œuvre un logiciel de décomposition de la pièce à réaliser en strates élémentaires, lesdites strates étant assemblées entre elles puis l'assemblage final pouvant être repris extérieurement en particulier pour enlever les éventuelles aspérités ou imperfections d'assemblage.

On a représenté aux figures 3 et 4 schématiquement un détail d'assemblage de strates avec illustration du problème rencontré.

Dans un assemblage de deux strates (1,2) une partie du joint (3) vient affleurer en extérieur selon (4). On comprend que la zone (5) de la strate (1) comporte à cet endroit peu de matière, ce qui par usinage, polissage, peut entraîner un enlèvement de matière au niveau précisément de ce joint comme représenté schématiquement à la figure 4 en (6).

Il en découle une pièce imparfaite, à surface non régulière et donc non satisfaisante pour certaines applications.

Cette conception de joint classique présente en outre d'autres inconvénients :

- faible résistance ;
- mauvaise tenue à l'usinage ;
- mauvaise tenue aux sollicitations mécaniques lors de l'utilisation (en particulier sollicitations à la pression, qu'elle soit d'origine mécanique ou fluïdique) ;
- mauvaise tenue à toutes les opérations d'assemblage : collage, soudure, masticage ;
- déformations possibles lors de l'usinage, des manipulations et lors de l'assemblage.

L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients.



Conformément à l'invention on propose en effet un procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par ordinateur, caractérisé en ce que le profil de liaison de deux strates successives est mathématiquement et numériquement défini en mettant en œuvre un algorithme dans lequel la surface du joint au niveau de la zone d'extrémité à proximité de la partie venant en affleurement est toujours sensiblement normale au plan tangent à la surface au point d'affleurement.

On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description faite ci-après d'un certain nombre de variantes de mise en œuvre, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1A et une représentation en CAO d'une pièce complexe à réaliser, avec quelques variantes de situation possibles,
- la figure 1B illustre en CAO une strate obtenue avec le procédé de l'invention, illustrant celle-ci en trois dimensions,
- les figures 2A et 2B représentant une strate obtenue conformément à l'invention, vue de dessus (fig. 2A), et coupe (fig. 2B),
- les figures 3,4 illustrent des problèmes rencontrés potentiellement avec les strates de l'art antérieur,
- les figures 5 et 6 illustrent schématiquement le principe de base du procédé selon l'invention,
- les figures 7, 8A, 8B, 8C illustrent des variantes simples de mise en œuvre,
- la figure 9 illustre une application à des profils en dépouille et/ou contre-dépouille,
- la figure 10 illustre un détail sur strate d'un assemblage selon la figure 9,
- la figure 11 illustre un détail sur strate d'un assemblage en contre-dépouille selon la figure 9, avec deux variantes,
- les figures 12A à F illustrent l'application à une paroi.

On se réfère tout d'abord à la figure 5.

On a indiqué sur la figure les paramètres essentiels d'un joint obtenu conformément au procédé de l'invention :



- angle  $\alpha$  entre la tangente et le plan de strate,
- a : longueur du joint
- b : décalage du plan de strate,
- 
- n : normale au point de jonction.

5 Selon l'invention, le joint (7) est normal au plan tangent (T) sur une longueur a.

On notera que :

- si a est constant, b est f ( $\alpha$ ) ;
- si  $\alpha = \pi/2$ , b = 0.

10 On résout ainsi le problème du joint, tel qu'exposé ci-dessus, mais les strates ainsi obtenues nécessitant ce type de calcul, seront d'épaisseur variable.

En outre, le profil de la strate est variable tout au long de la périphérie. De plus, la ligne de joint n'est pas nécessairement dans un même plan.

15 Pour des angles  $\alpha$  proches de  $\pi/2$ , il faudra en outre prévoir des moyens de positionnement relatif des strates entre elles, comme explicité ci-après.

On se référera à la figure 6.

Toutes choses égales par ailleurs par rapport à la réalisation de la figure 5, on réalise :

- une maîtrise de la matière au niveau du joint (but recherché),
- 20 - une maîtrise du positionnement en (X,Y) par un insert de centrage (8),
- une maîtrise de la précision en (Z) par le profil de positionnement (8'),
- maîtrise et renforcement de l'assemblage et de sa tenue mécanique.

Différentes remarques peuvent être apportées à cet égard :

- le profil de positionnement est calculé par rapport au contour extérieur
- 25 de la strate, l'angle  $\alpha$  étant variable le long de ce contour ;
- le profil peut être obtenu en microfraisage, en fraisage du profil ou à l'aide d'une fraise de forme. Dans ce dernier cas, il est bien entendu constant sur la périphérie ;
- l'emboîture est hyperstatique ; il est possible d'y prévoir des jeux pour
- 30 privilégier certains contacts.

Différentes variantes seront décrites brièvement ci-après :



- à la figure 7, l'emboîture est rendue indémontable par la présence d'une contre-dépouille ( $\beta$ ) sur le profil de positionnement (9), le montage étant possible du fait de l'élasticité des matériaux ;
- comme visible sur les figures 8A, 8B et 8C, il est également possible d'aménager le joint à l'extérieur en fonction du degré d'étanchéité recherché, à savoir :
  - o pour amener de la matière en supplément ce qui entraîne un bourrelet extérieur par déformation : 8B puis 8C,
  - o pour ménager une réserve de joint, figure 8A.

On a représenté aux figures 9, 10 et 11 des exemples d'application à des dépouilles et contre-dépouilles.

Les détails sur strates aux figures 8 et 9 montrent que les décompositions sont possibles en dépouille et contre-dépouille, toujours avec le même principe de joint, le choix étant en outre possible concernant le côté de l'emboîture (strate supérieure ou inférieure), voire leur combinaison dans l'espace.

Enfin, on a représenté aux figures 12A à 12F des variantes d'application aux parois :

- sans emboîture : figure 12A ;
- avec emboîture extérieure seulement et plan : figure 12B ;
- avec emboîture extérieure et intérieure et plan : figure 12C ;
- avec emboîture extérieure et intérieure dans le même plan : figure 12D ;
- avec décomposition normale simple : figure 12 E ;
- avec emboîture double à décrochement : figure 12 F.

On constatera de ce qui précède que c'est la numérisation du profil qui permet d'obtenir un profil de liaison et d'imbrication mathématiquement défini, paramétré fonctionnellement.

Il n'y a aucune limite, le profil pouvant être gauche, les surfaces de joint pouvant être complexes et calculées.

On comprendra que l'innovation majeure réside dans le principe d'emboîtement, les formes étant complètement paramétrées et dépendant de la surface de section dans laquelle s'effectue l'imbrication ; il peut s'agir d'une surface plane mais aussi d'une surface gauche, comme illustrée aux figures 1B ; 2A et 2B.



Par la mise en œuvre d'un algorithme géométrique, la forme des joints d'imbrication est obtenue par calcul informatique systématique.

En conséquence, la forme du joint dépend du plan de stratification, et elle ne peut donc être connue à l'avance.

- 5 On pourra, au niveau des emboîtures, prévoir les parties fonctionnelles des fonctions induites dans la pièce finale, par exemple non limitatif, des canaux de régulation (refroidissement, chauffage, etc...) et/ou d'amenée de produits d'assemblage et/ou de circulation de fluides.

- 10 Ce procédé trouve son application dans tous les domaines de la conception de pièces par strates par prototypage et outillage rapide déjà évoqués, avec toutes les extensions possibles imaginables par l'homme de l'art pour la décomposition de pièce existante ou pour la conception de nouvelles pièces.



**REVENDECATIONS**

- 5 1. Procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par ordinateur, caractérisé en ce que le profil de liaison de deux strates successives est mathématiquement et numériquement défini en mettant en œuvre un algorithme dans lequel la surface du joint (7) au niveau de la zone  
10 d'extrémité à proximité de la partie venant en affleurement est toujours sensiblement normale  $n$  au plan tangent à la surface au point d'affleurement.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le profil de chaque strate est variable tout au long de la périphérie.
- 15 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'emboîture de deux strates superposées est rendue indémontable par la présente d'une contre dépouille ( $\beta$ ) sur un profil de positionnement (9).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en  
20 ce que le joint est réalisé avec apport de matière en supplément ou réserve de joint.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les profils sont adaptés à la dépouille et contre dépouille.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en  
25 ce que l'on réalise une maîtrise du positionnement en (X,Y) par un insert de centrage (8) et en (Z) par un profil de positionnement (8').
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'emboîture est hyperstatique.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en  
30 ce que l'angle  $\alpha$  entre la tangente T et le plan de strate n'est pas constant tout au long d'un même profil de joint.
9. Strate élémentaire, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.



10. Pièce de modélisation, de prototypage ou d'outillage, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par l'assemblage des strates selon la revendication 9.

10/12



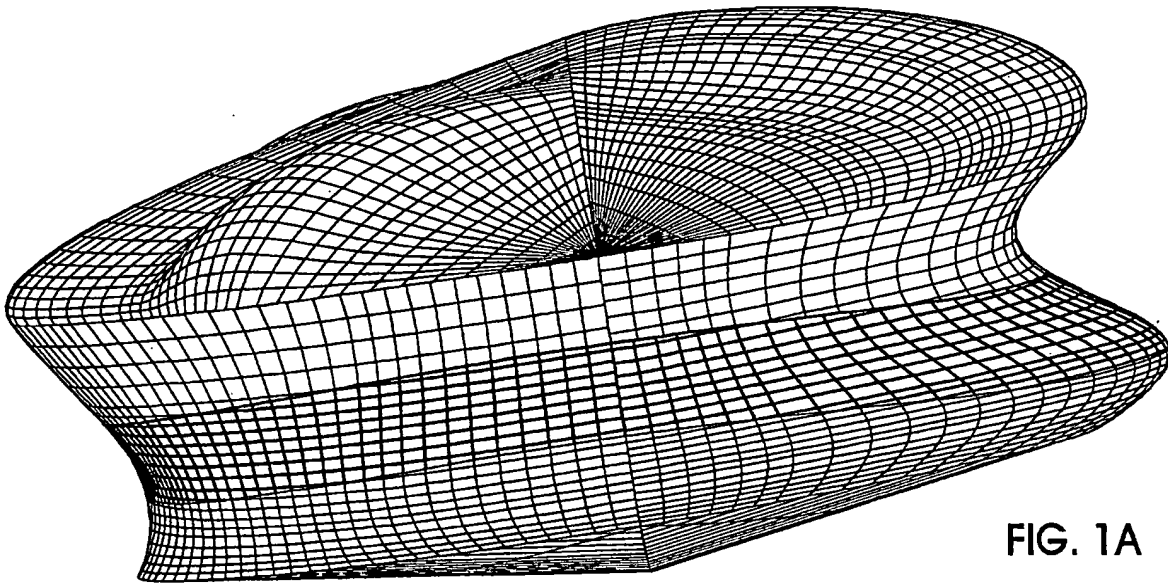


FIG. 1A

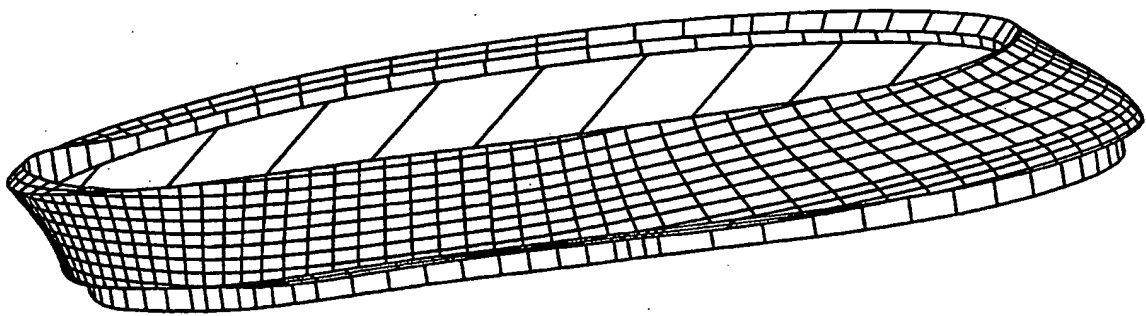


FIG. 1B



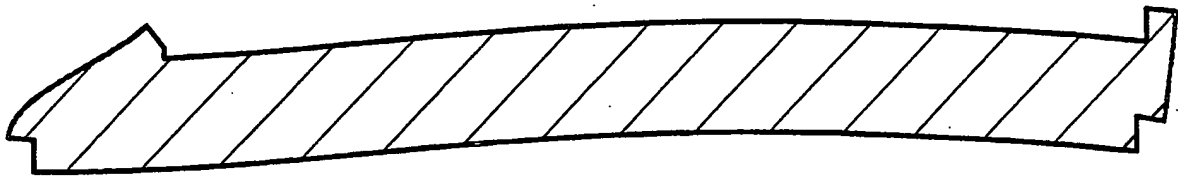


FIG. 2B

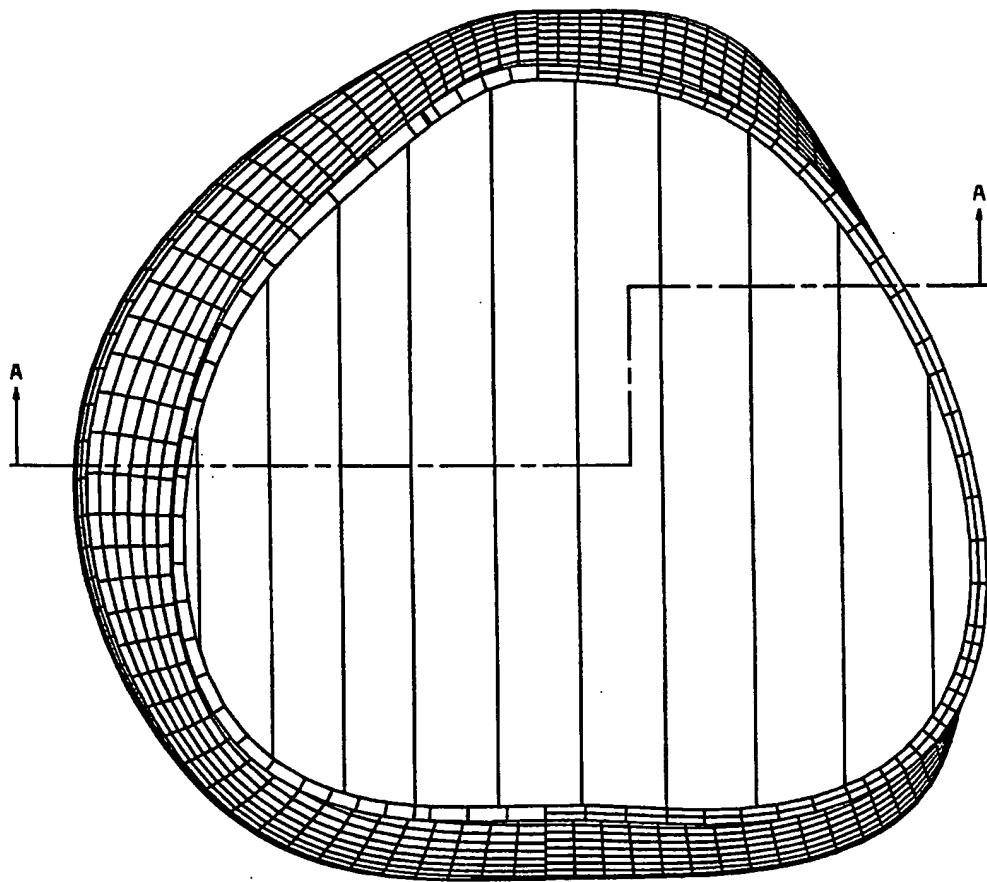


FIG. 2A



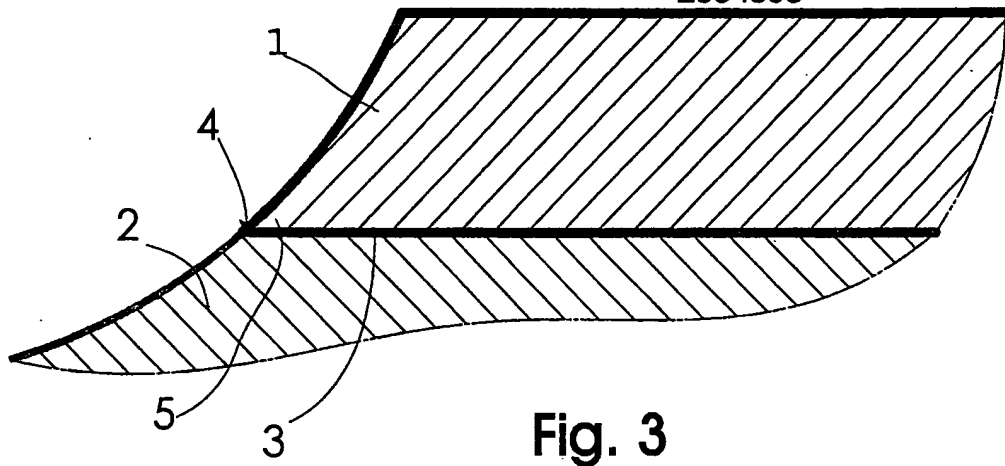


Fig. 3

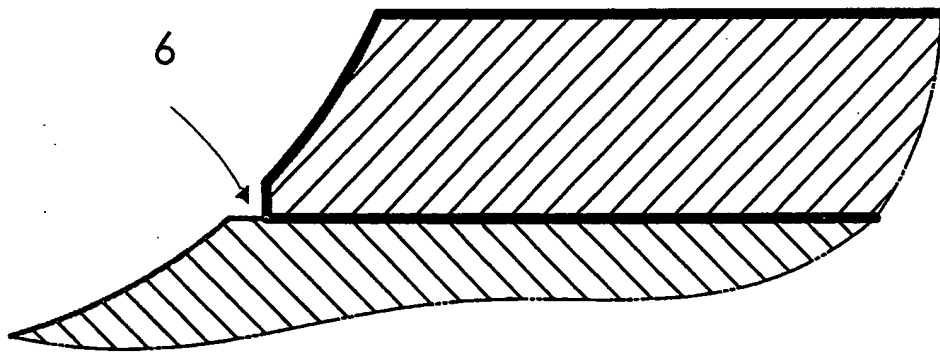


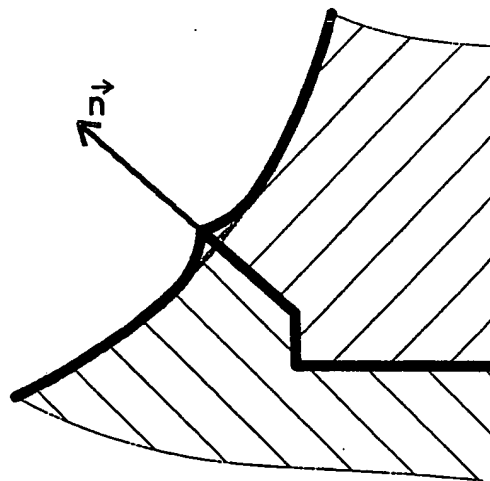
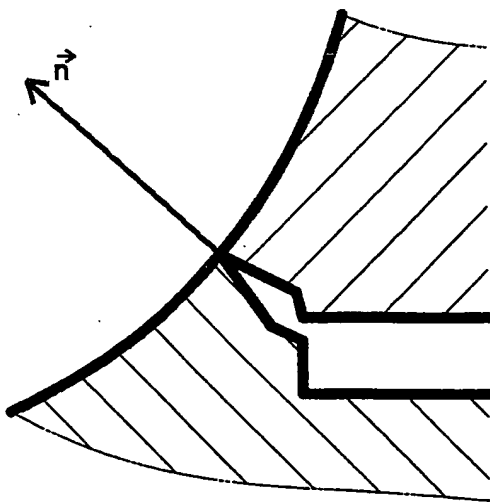
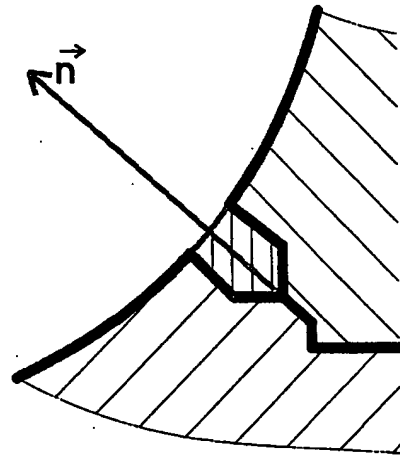
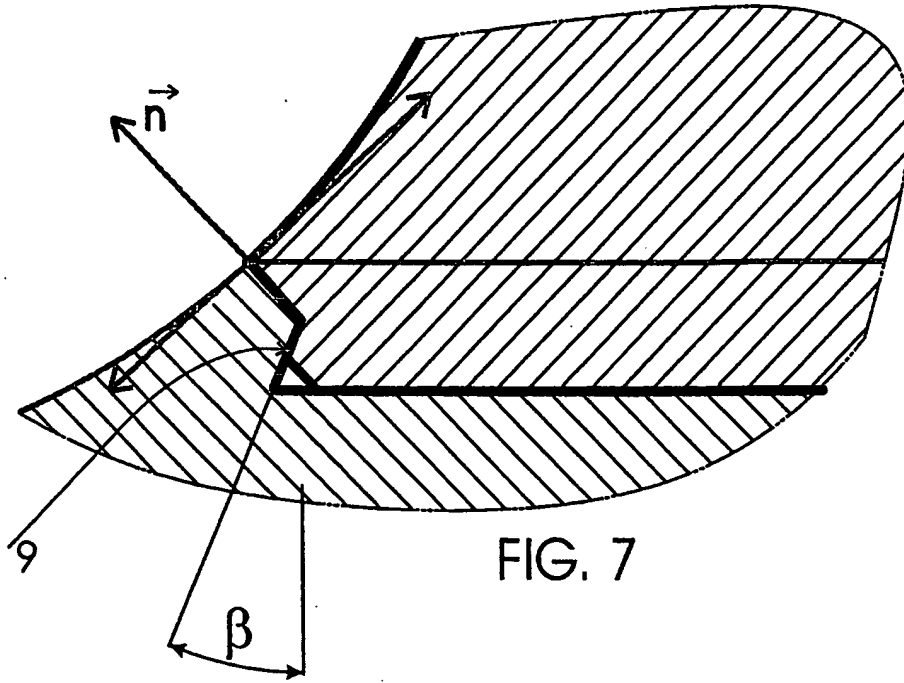
FIG. 4







2834803





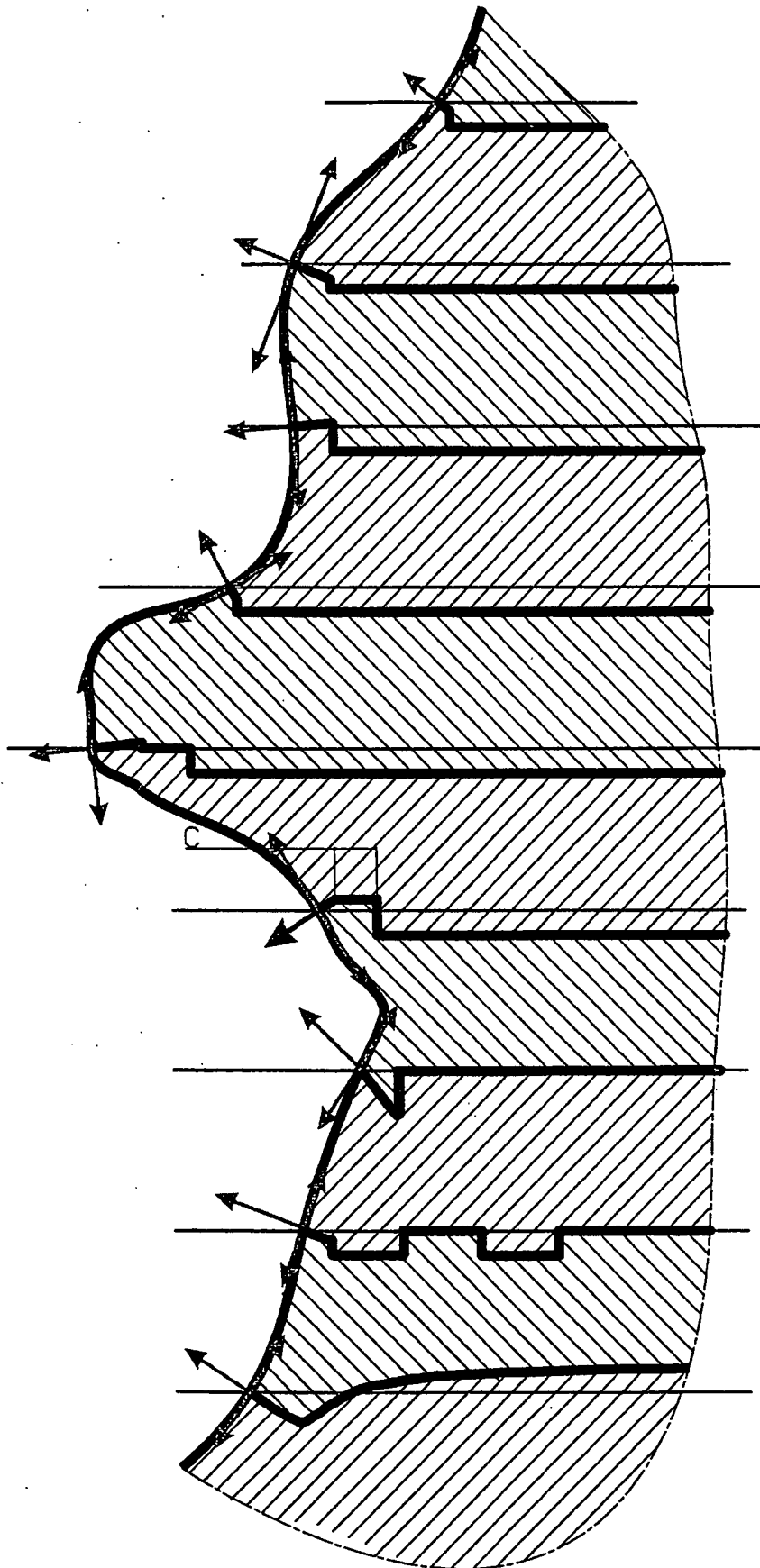
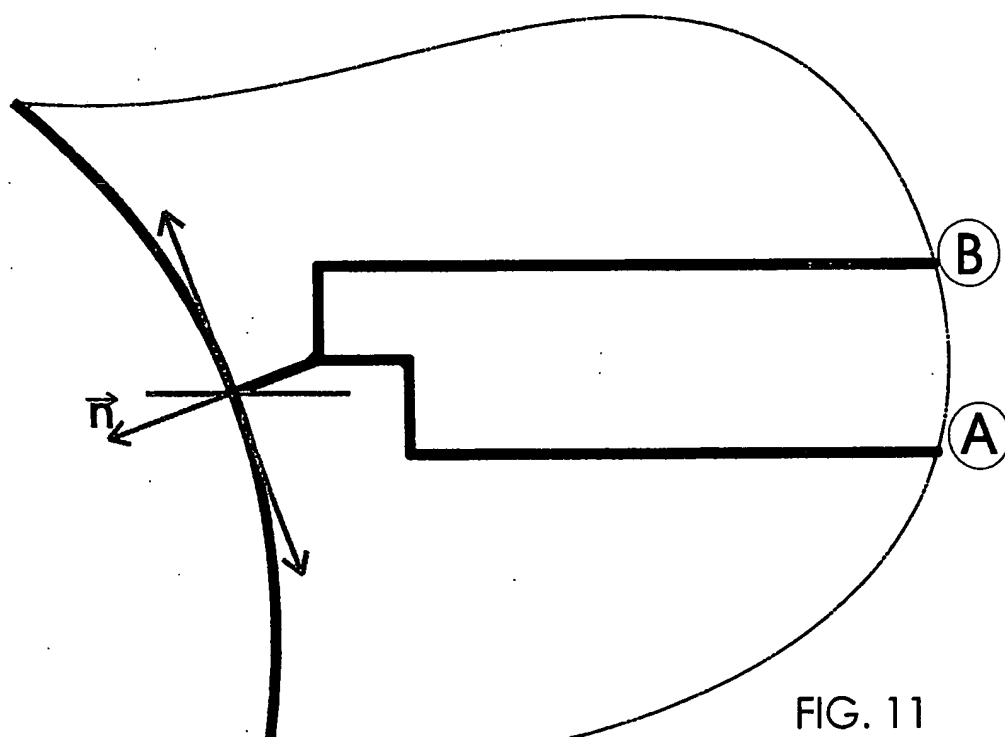
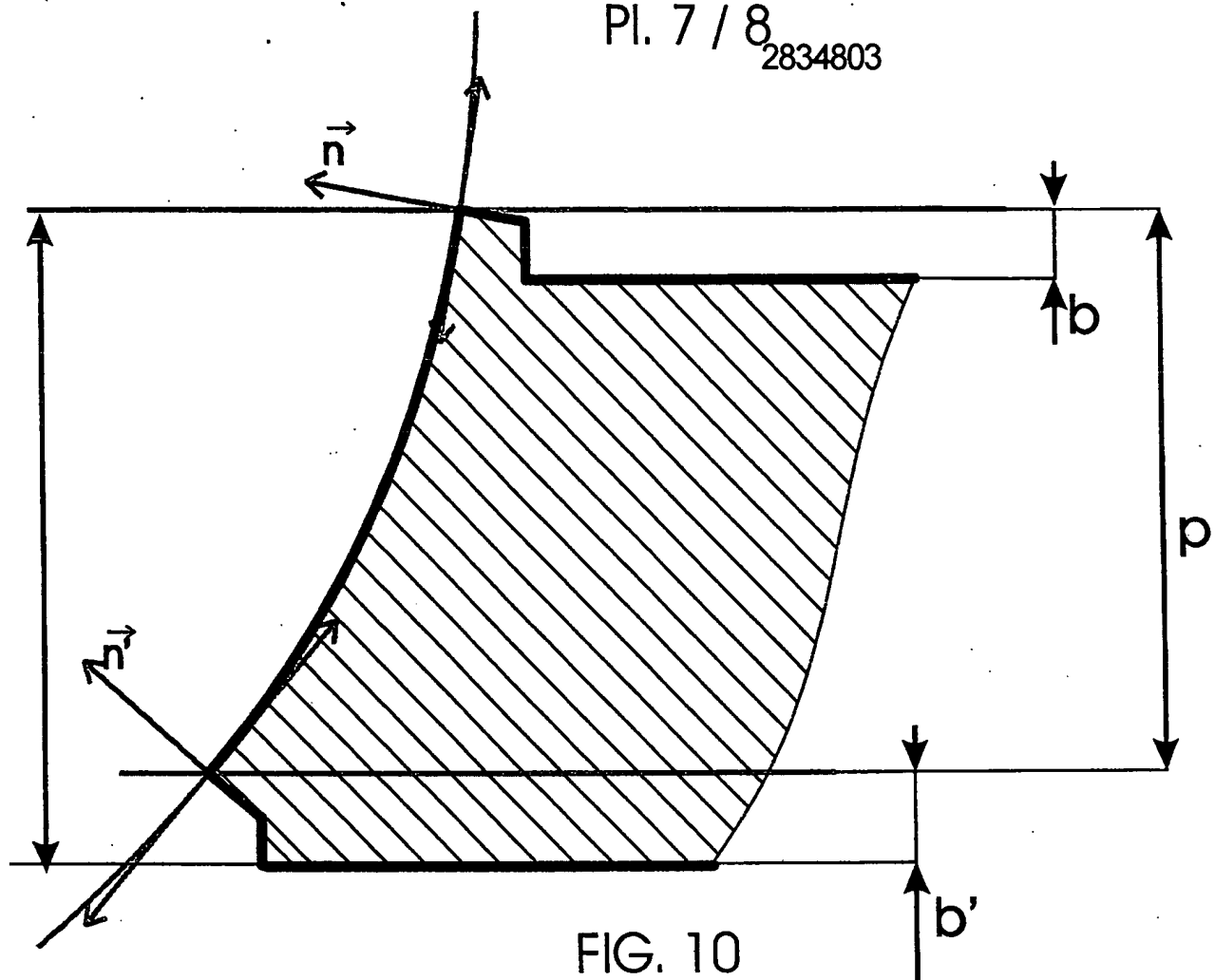


FIG. 9







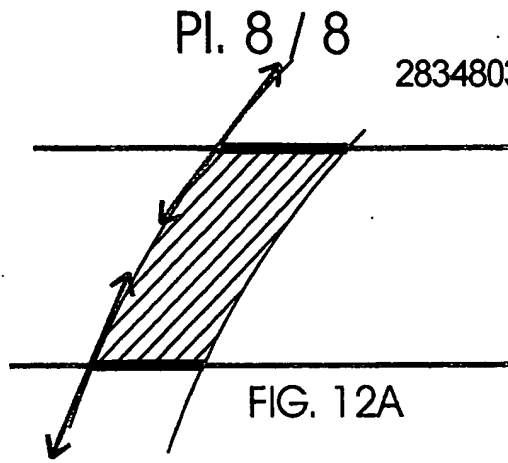


FIG. 12A

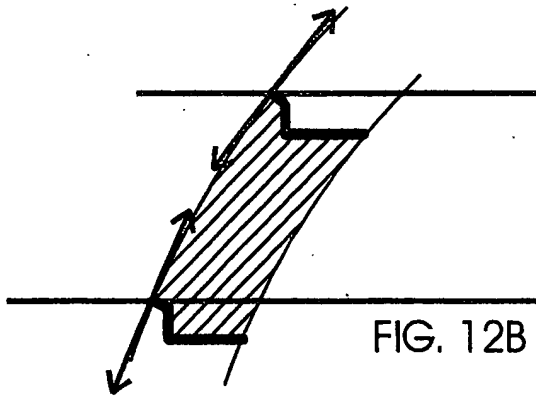


FIG. 12B

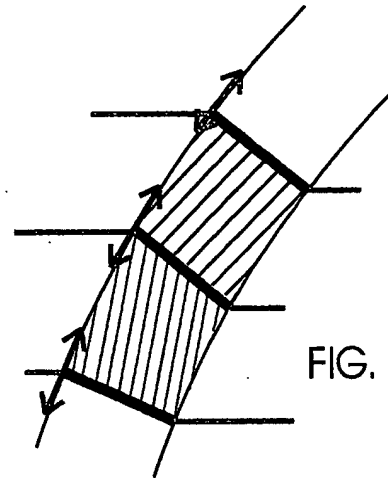


FIG. 12E

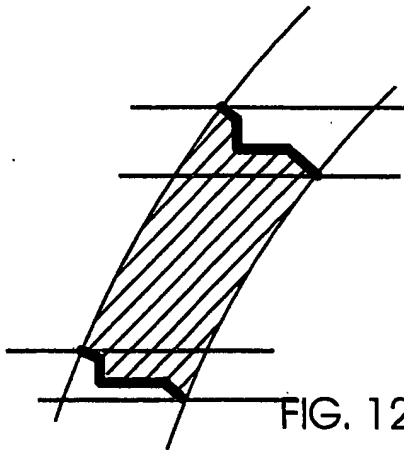


FIG. 12C

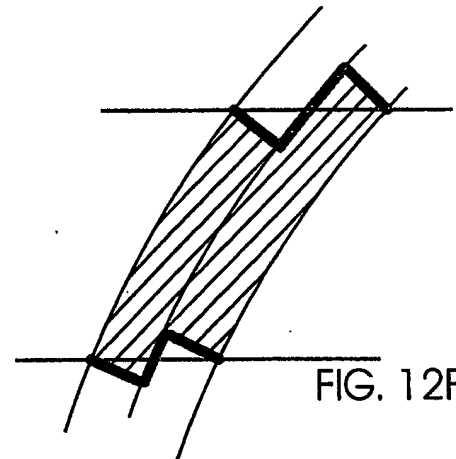


FIG. 12F

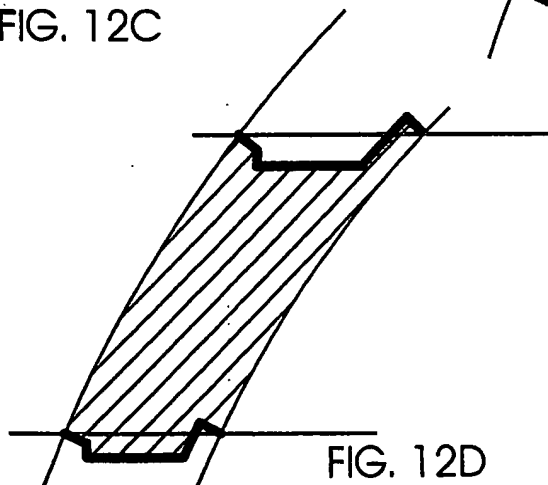


FIG. 12D





2834803

N° d'enregistrement  
national

# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 617945  
FR 0200514

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 585 502 A (ERIN MP EQUIPES DE RECH EN INT) 9 mars 1994 (1994-03-09) * le document en entier *	1,9,10	G05B19/409
A	EP 0 763 417 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 19 mars 1997 (1997-03-19) * le document en entier *	1,9,10	
A	US 5 776 409 A (ALMQUIST THOMAS A ET AL) 7 juillet 1998 (1998-07-07) * le document en entier *	1,9,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G05B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 novembre 2002		Hauser, L	
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0200514 FA 617945**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 19-11-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0585502	A	09-03-1994	FR 2673302 A1	28-08-1992
			EP 0585502 A1	09-03-1994
			AT 145997 T	15-12-1996
			DE 69215673 D1	16-01-1997
			DE 69215673 T2	19-06-1997
			DK 585502 T3	26-05-1997
			ES 2097305 T3	01-04-1997
			GR 3022736 T3	30-06-1997
EP 0763417	A	19-03-1997	JP 9076352 A	25-03-1997
			CN 1159386 A	17-09-1997
			EP 0763417 A1	19-03-1997
US 5776409	A	07-07-1998	US 5501824 A	26-03-1996
			US 5345391 A	06-09-1994
			US 5184307 A	02-02-1993
			US 5059359 A	22-10-1991
			US 5141680 A	25-08-1992
			US 6027682 A	22-02-2000
			US 5695707 A	09-12-1997
			US 5676904 A	14-10-1997
			US 5569349 A	29-10-1996
			US 5672312 A	30-09-1997
			US 5870307 A	09-02-1999
			AT 154778 T	15-07-1997
			AT 223299 T	15-09-2002
			CA 1338521 A1	13-08-1996
			DE 68928141 D1	31-07-1997
			DE 68928141 T2	09-10-1997
			DE 68929423 D1	10-10-2002
			DE 354637 T1	27-06-1996
			EP 1217438 A2	26-06-2002
			EP 0354637 A2	14-02-1990
			EP 0745474 A2	04-12-1996
			HK 1001678 A1	03-07-1998
			IL 89980 A	18-08-1993
			JP 2001353786 A	25-12-2001
			JP 2000015706 A	18-01-2000
			JP 3004667 B2	31-01-2000
			JP 4505588 T	01-10-1992
			KR 229580 B1	15-11-1999
			KR 257034 B1	01-06-2000
			US 6036911 A	14-03-2000
			WO 8910256 A1	02-11-1989
			US 5609812 A	11-03-1997
			US 6333741 B1	25-12-2001

EPO FORM P0485

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0200514 FA 617945**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 19-11-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5776409 A	US	5481470 A	02-01-1996
	US	6264873 B1	24-07-2001
	US	5130064 A	14-07-1992
	US	5182056 A	26-01-1993
	US	5711911 A	27-01-1998
	US	5609813 A	11-03-1997
	US	5854748 A	29-12-1998
	US	5321622 A	14-06-1994
	US	5182055 A	26-01-1993
	US	5256340 A	26-10-1993
	AT	160968 T	15-12-1997
	AT	135622 T	15-04-1996
	AT	209562 T	15-12-2001
	AT	208702 T	15-11-2001
	CA	1334052 A1	24-01-1995
	CA	1339751 A1	17-03-1998
	DE	8916157 U1	05-05-1994

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82